

Docket No.: 60188-719

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Hideaki YOSHIDA	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: November 24, 2003	:	Examiner: Unknown
	:	
For:		CHEMICAL MECHANICAL POLISHING METHOD AND APPARATUS

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

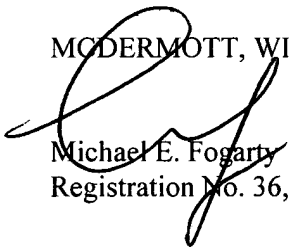
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2002-352722, filed December 4, 2002**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Michael E. Fogarty  
Registration No. 36,139

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 MEF:tlb  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: November 24, 2003**

40188-719

YOSHIDA

November 24, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    4 日  
Date of Application:

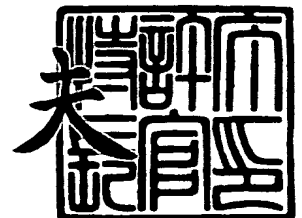
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 2 7 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 2 7 2 2 ]

出 願 人                      松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 5 8 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 2926440077

【提出日】 平成14年12月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/304

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 吉田 英朗

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 化学的機械研磨方法及び化学的機械研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられた研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有するドレッサとを備えた化学的機械研磨装置を用いた化学的機械研磨方法であって、

上記ドレッサと上記研磨布とを接触させてドレッシングを行なう工程（a）と

上部にトレンチが形成された基板領域と、上記基板領域上に設けられ、上記トレンチを埋める物質膜とを有するパターン形成基板のうち、上記物質膜を表面粗さが  $6\ \mu\text{m}$  以上  $8\ \mu\text{m}$  以下の上記研磨布を用いて研磨する工程（b）とを含んでいる化学的機械研磨方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の化学的機械研磨方法において、

上記工程（a）では、上記ドレッサに  $18\ \text{g}/\text{cm}^2$  以上  $40\ \text{g}/\text{cm}^2$  以下のドレッシング圧力を加えることを特徴とする化学的機械研磨方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の化学的機械研磨方法において、

上記工程（a）では、上記ドレッサに  $24\ \text{g}/\text{cm}^2$  以上  $34\ \text{g}/\text{cm}^2$  以下のドレッシング圧力を加えることを特徴とする化学的機械研磨方法。

【請求項 4】 請求項 1～3 のうちいずれか 1 つに記載の化学的機械研磨方法において、

上記物質膜は銅膜とバリアメタルとを有しており、

上記工程（b）では上記銅膜及び上記バリアメタルを研磨して上記基板領域上に埋め込み銅配線を形成することを特徴とする化学的機械研磨方法。

【請求項 5】 請求項 1～4 のうちいずれか 1 つに記載の化学的機械研磨方法において、

上記工程（a）と上記工程（b）とを同時に行うことを特徴とする化学的機械研磨方法。

【請求項 6】 回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けら

れた研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有するドレッサとを備えた化学的機械研磨装置を用いた化学的機械研磨方法であって、

上記ドレッサに  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $40 \text{ g/cm}^2$  以下のドレッシング圧力を加えて上記ドレッサと上記研磨布とを接触させ、上記研磨布のドレッシングを行なう工程 (a) と、

上部にトレンチが形成された基板領域と、上記基板領域上に設けられ、上記トレンチを埋める物質膜とを有するパターン形成基板のうち、上記物質膜を上記研磨布を用いて研磨する工程 (b) と  
を含んでいる化学的機械研磨方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の化学的機械研磨方法において、

上記工程 (a) では、上記ドレッサに  $24 \text{ g/cm}^2$  以上  $34 \text{ g/cm}^2$  以下のドレッシング圧力を加えることを特徴とする化学的機械研磨方法。

【請求項 8】 回転機構を有する研磨定盤と、

上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、  
回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、  
回転機構及び加圧機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと

、  
上記ドレッサに併設され、上記ドレッサと上記研磨布との間に生じる回転トルクを測定するためのトルク測定手段と、

上記トルク測定手段によって測定された回転トルクをモニタリングするためのトルクモニターと  
を備えている化学的機械研磨装置。

【請求項 9】 回転機構を有する研磨定盤と、

上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、  
回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、  
回転機構及び加圧機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと

、  
上記研磨布の上面にレーザー光線または電磁波を照射するための照射装置と、

上記研磨布の上面によって反射された上記レーザー光線または電磁波を検出するための検出装置と、

上記検出装置によって検出された上記レーザー光線または電磁波の強度に応じて上記ドレッサに加える圧力を制御する制御装置とを備えている化学的機械研磨装置。

【請求項 1 0】 回転機構を有する研磨定盤と、

上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、

回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、

回転機構及び加圧機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと

上記ドレッサに取り付けられ、電磁波を上記研磨布に照射するための発信器と

上記研磨布によって反射された上記電磁波を受信するための受信器と、

上記受信器に接続され、上記電磁波が上記発信器から発信されてから上記受信器に受信されるまでの時間を計測するための時間計測器とを備えている化学的機械研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路の多層配線工程や素子分離工程に用いられる化学的機械研磨方法及び化学的機械研磨装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

化学的機械研磨（CMP）は、基板面を平坦化する技術であり、埋め込み銅配線の形成や S T I（Shallow trench isolation）の形成には必須の技術である。

【0 0 0 3】

図 8（a）～（d）及び図 9（a）～（c）は、CMPを用いる一般的な埋め込み銅配線の形成方法を示す断面図である。これらの図を用いて一般的な埋め込み銅配線の形成方法について以下に説明する。

**【 0 0 0 4 】**

まず、図 8 ( a ) に示すように、半導体基板上に集積回路を形成し、層間絶縁膜 1 を基板上に形成する。なお、説明を簡単にするために層間絶縁膜 1 のみ図示している。

**【 0 0 0 5 】**

次に、図 8 ( b ) に示すように、公知のリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて層間絶縁膜 1 上に配線溝 2 を形成する。

**【 0 0 0 6 】**

次いで、図 8 ( c ) , ( d ) に示すように、スパッタリングにより配線溝 2 を含む層間絶縁膜 1 の上面上にバリアメタル 3 を形成し、続いて、バリアメタル 3 上に銅 ( C u ) からなるシード層 4 を形成する。ここで、バリアメタル 3 は、化学的に安定な窒化タンタル ( T a N ) またはタンタル ( T a ) 、あるいはこれらの積層膜から構成される。

**【 0 0 0 7 】**

次に、図 9 ( a ) に示すように、電解メッキにより配線溝 2 が十分な埋まるように銅膜 5 をシード層 4 上に形成する。

**【 0 0 0 8 】**

次いで、図 9 ( b ) に示すように、銅膜 5 のアニール処理を行った後、基板を化学的機械研磨装置内に移し、余分な銅を除去するために CMP を行なう。これにより、銅配線 5 a が形成される。この際には、バリアメタル 3 が露出するまで銅膜 5 を研磨する。

**【 0 0 0 9 】**

続いて、図 9 ( c ) に示すように、層間絶縁膜 1 が露出するまでバリアメタル 3 を研磨する。この際には、層間絶縁膜 1 上に銅が残留して配線不良を起こすのを防ぐために、オーバー研磨を行なうことも多い。

**【 0 0 1 0 】**

以上のような工程を経て埋め込み銅配線が形成される。

**【 0 0 1 1 】**

このように、一般的な埋め込み銅配線の形成方法においては、通常、図 9 ( b



), (c) に示すような二段階の研磨が行なわれる。これは、バリアメタルの材料である窒化タンタルやタンタルが銅に比べて研磨除去されにくいため、異なる条件で研磨する必要があるからである。

#### 【0012】

すなわち、図9 (b) に示す第一段の研磨では、銅を選択的に除去するため、銅を酸化して溶解する研磨液を用い、銅の研磨速度がバリアメタル3や層間絶縁膜1に比べて100倍以上になるように研磨する。また、図9 (c) に示す第二段の研磨では、第一段の研磨とは異なる研磨液を用い、バリアメタルの研磨速度が銅の研磨速度と同等以上になるように研磨する。

#### 【0013】

次に、従来の化学的機械研磨方法とそれに用いる研磨装置について説明する。

#### 【0014】

図10は、従来の化学的機械研磨装置の構成の概略を示す図である。同図に示すように、従来の化学的機械研磨装置は、上面に研磨布107を取り付けた研磨定盤106と、研磨対象の基板108を保持するための保持台109と、研磨布107の上面を粗くするためのドレッサ111とを備えている。

#### 【0015】

基板108を研磨する際には、基板108の研磨したい面を研磨布107に向けて保持した保持台109に荷重をかけて降ろす。そして、研磨布107上に研磨液110を滴下しながら、研磨定盤106と保持台109の両方を回転させる。

#### 【0016】

また、研磨前または研磨と同時に研磨布107に対してドレッシングが行われる。ドレッシングとは、数十から百数十 $\mu\text{m}$ のダイヤモンド粒子を固定させた円盤形のドレッサ111を回転させて、研磨布107の表面を粗くする工程のことである。通常、研磨布107は二層構造になっており、研磨する基板108に接触する上層には硬質な発泡ポリウレタンが用いられ、研磨定盤106に接着する下層には軟質の不織布が用いられる。従来のCMPでは、約 $70\text{ g/cm}^2$ の圧力をかけてドレッシングを行うことにより、上層の硬質の発泡ポリウレタン層の

上面粗さを大きくする。

【0 0 1 7】

ドレッシングを行なうことによって、研磨する基板 1 0 8 の研磨布 1 0 7 への密着を防止できるので、化学的機械研磨装置からの基板 1 0 8 の搬出が容易になり、搬送信頼性を向上させることができる。また、研磨液 1 1 0 に含まれる研磨砥粒が研磨布 1 0 7 に良好に保持されるようになるので、高研磨速度、基板面内ばらつきの低減、基板間ばらつきの低減等を実現することができる。

【0 0 1 8】

【特許文献 1】

特許第 2 9 5 6 6 9 4 号公報

【特許文献 2】

特許第 3 0 3 1 3 4 5 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 0 - 2 9 6 4 6 5 号公報

【0 0 1 9】

【発明が解決しようとする課題】

従来の CMP を用いれば、均質な基板面を良好に平坦化することができる。しかしながら、埋め込み銅配線を形成する場合には、銅配線の上面が周囲の層間絶縁膜の上面に比べて低くへこんでしまうという不具合があった。CMP によって発生するこの表面段差はディッシングと呼ばれる。ディッシングが大きくなると、配線抵抗の上昇や同一配線層内の配線抵抗のばらつきの拡大などを招くほか、多層化した場合の上層部に研磨残りが生じて配線不良を招く。

【0 0 2 0】

従来、ディッシングの主たる発生要因と考えられていたのは、研磨液の選択比、研磨布の弾性変形、銅除去のための研磨におけるオーバー研磨などであった。以下、研磨液の選択比、研磨布の弾性変形、銅除去のための研磨におけるオーバー研磨がディッシングの発生に及ぼす影響について説明する。

【0 0 2 1】

まず、研磨液の選択比について説明する。銅除去用の研磨液は、上述のように

、銅の研磨速度がバリアメタルや層間絶縁膜の研磨速度に比べて 1 0 0 倍以上になるように調整されている。この結果、層間絶縁膜上の銅を研磨除去した後は、銅の選択的研磨のため、銅配線部分が周囲のバリアメタル部分に比べて大きく凹み、銅の減少による表面段差、即ちディッシングが発生する。一方、バリアメタルの研磨除去に使用する研磨液は、バリアメタルの研磨速度が銅及び層間絶縁膜の研磨速度と同等以上になるように調整されている。そのため、バリアメタルの研磨によりディッシングは幾分緩和されるが、ディッシングをなくすことはできない。

#### 【 0 0 2 2 】

次に、研磨布の弾性変形の影響について説明する。基板に接触する研磨布は、発泡ポリウレタンからなっており、加えられた圧力に応じて弾性変形する。そのため、配線部分にディッシングが生じると、へこんだ配線パターンに沿って研磨布が弾性変形し、ディッシングがより大きくなる。配線幅が広いほど研磨布が配線パターンに追随しやすくなるので、配線幅が広い程ディッシングは大きくなる。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、銅除去のための研磨におけるオーバー研磨の影響について説明する。オーバー研磨とは、銅の研磨終了後に、基板表面に部分的に残留した銅を全て除去するために行なうものである。オーバー研磨は、残留した銅による配線間の短絡不良を防止するために必要であるが、過剰に行なうと銅配線高さの減少、即ち、ディッシングの拡大を引き起こす。

#### 【 0 0 2 4 】

以上のように、従来の方法では、種々の原因によって研磨後にディッシングが発生するため、銅配線を有する微細化された集積回路では、十分な信頼性を確保することが難しかった。

#### 【 0 0 2 5 】

また、このようなディッシングは、銅配線の形成時のみならず、S T I を形成する際のCMP工程においても発生する。

#### 【 0 0 2 6 】

本発明は、ディッシングの低減が図られた化学的機械研磨方法及びこれに用いられる化学的機械研磨装置を提供することを目的とする。

#### 【0027】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の化学的機械研磨方法は、回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられた研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有するドレッサとを備えた化学的機械研磨装置を用いた化学的機械研磨方法であって、上記ドレッサと上記研磨布とを接触させてドレッシングを行なう工程（a）と、上部にトレンチが形成された基板領域と、上記基板領域上に設けられ、上記トレンチを埋める物質膜とを有するパターン形成基板のうち、上記物質膜を表面粗さが $6\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下の上記研磨布を用いて研磨する工程（b）とを含んでいる。

#### 【0028】

この方法により、工程（b）では、表面粗さが適正な研磨布で研磨が行われるので、従来の方法に比べて研磨速度や搬送信頼性を落とさずに、物質膜に生じるディッシングを小さくすることができる。このため、この方法は、埋め込み銅配線の形成時や、トレンチ分離絶縁膜の形成時などに好ましく適用される。

#### 【0029】

上記工程（a）では、上記ドレッサに $18\text{ g/cm}^2$ 以上 $40\text{ g/cm}^2$ 以下のドレッシング圧力を加えることにより、研磨布の表面粗さを適正にすることができる。

#### 【0030】

上記工程（a）では、上記ドレッサに $24\text{ g/cm}^2$ 以上 $34\text{ g/cm}^2$ 以下のドレッシング圧力を加えることにより、物質膜のディッシングをさらに低減するとともに、ドレッサの寿命を延長することができる。

#### 【0031】

上記物質膜は銅膜とバリアメタルとを有しており、上記工程（b）では上記銅膜及び上記バリアメタルを研磨して上記基板領域上に埋め込み銅配線を形成することにより、銅配線のディッシングが従来よりも低減されるので、配線抵抗を低

減したり配線不良の発生率を抑えることなどができる。

#### 【0032】

上記工程（a）と上記工程（b）とを同時に行うことにより、研磨時間が律速になっている場合には、工程に要する時間の短縮が図られる。また、工程（b）の期間を通して研磨布の表面粗さを適正に保つことができる。

#### 【0033】

本発明の第2の化学的機械研磨方法は、回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられた研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有するドレッサとを備えた化学的機械研磨装置を用いた化学的機械研磨方法であって、上記ドレッサに  $18\text{ g/cm}^2$ 以上  $40\text{ g/cm}^2$ 以下のドレッシング圧力を加えて上記ドレッサと上記研磨布とを接触させ、上記研磨布のドレッシングを行なう工程（a）と、上部にトレンチが形成された基板領域と、上記基板領域上に設けられ、上記トレンチを埋める物質膜とを有するパターン形成基板のうち、上記物質膜を上記研磨布を用いて研磨する工程（b）とを含んでいる。

#### 【0034】

この方法により、工程（a）では、研磨布の表面粗さを適正な範囲にすることができるので、工程（b）において従来よりも物質膜に生じるディッシングを低減することが可能になる。また、従来の方法と比べて物質膜の研磨速度や基板の搬送信頼性はほとんど変化しない。

#### 【0035】

上記工程（a）では、上記ドレッサに  $24\text{ g/cm}^2$ 以上  $34\text{ g/cm}^2$ 以下のドレッシング圧力を加えることが特に好ましい。

#### 【0036】

本発明の第1の化学的機械研磨装置は、回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと、上記ドレッサに併設され、上記ドレッサと上記研磨布との間に生じる回転トルクを測定するための

トルク測定手段と、上記トルク測定手段によって測定された回転トルクをモニタリングするためのトルクモニターとを備えている。

#### 【0037】

この構成により、ドレッシング時の回転トルクをモニタリングすることができるので、適正な回転トルク範囲が既知であれば、観測される回転トルクが適正範囲から外れた時には警報を鳴らしたり、ドレッシングを中止したりすることができる。このため、本発明の第1の化学的機械研磨装置によれば、適正なドレッシングを安定して行うことができるようになり、研磨のばらつきを抑えることができる。

#### 【0038】

本発明の第2の化学的機械研磨装置は、回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと、上記研磨布の上面にレーザー光線または電磁波を照射するための照射装置と、上記研磨布の上面によって反射された上記レーザー光線または電磁波を検出するための検出装置と、上記検出装置によって検出された上記レーザー光線または電磁波の強度に応じて上記ドレッサに加える圧力を制御する制御装置とを備えている。

#### 【0039】

この構成により、研磨布によって反射されたレーザー光線または電磁波の強度から研磨布上面の粗さが適正かどうかを知ることができ、この結果に応じて制御装置がドレッサ圧力を適正值に制御することができる。このため、本発明の第2の化学的機械研磨装置によれば、常に研磨布を適正なドレッシング状態に保つことができるので、埋め込み銅配線の形成時などでは、銅配線のディッシングを安定的に低減させることが可能となる。

#### 【0040】

本発明の第3の化学的機械研磨装置は、回転機構を有する研磨定盤と、上記研磨定盤上に取り付けられ、被研磨部材を研磨するための研磨布と、回転機構及び加圧機構を有し、上記被研磨部材を保持するための保持台と、回転機構及び加圧

機構を有し、上記研磨布の上面を粗くするためのドレッサと、上記ドレッサに取り付けられ、電磁波を上記研磨布に照射するための発信器と、上記研磨布によって反射された上記電磁波を受信するための受信器と、上記受信器に接続され、上記電磁波が上記発信器から発信されてから上記受信器に受信されるまでの時間を計測するための時間計測器とを備えている。

#### 【0041】

この構成により、ドレッシング休止時にドレッサと研磨布との間隔を一定に保つように制御することが可能となるので、ドレッサに設定通りのドレッシング圧力を確実にかけることができるようになる。その結果、適正なドレッシングを安定して行うことができるので、ディッシングが低減された埋め込み銅配線や素子分離用絶縁膜を安定して形成することができるようになる。

#### 【0042】

##### 【発明の実施の形態】

##### ーディッシングの原因の探索ー

本願発明者らは、CMPによって生じるディッシングを低減できる条件を見いだすため、条件を変えて種々の実験を行った。その過程で、研磨布の表面粗さがディッシングの発生に大きな影響を与えているという事実が見いだされた。以下、本願発明者らが研磨布の表面粗さについて行った検討について、順を追って説明する。

#### 【0043】

図11(a)～(c)は、それぞれドレッシングが過大、適正、過小な場合の研磨布12を模式的に示す断面図であり、(d)は、うねり成分を含む上面を有する研磨布12を模式的に示す断面図である。

#### 【0044】

なお、実際の研磨布12の上面では図11(d)に示すように、毛羽立ちの底部の高さが部分によって異なっている。このような研磨布12の上面の凹凸を「うねり」と呼ぶ。すなわち、図11(a)に示す研磨布12の上面は、図11(d)に示す研磨布12の上面からうねり成分を除去したものである。なお、以下の明細書中で「表面粗さ(上面粗さ)」とは、表面部分の断面曲線からうねり成

分を除去した粗さ曲線を求める場合の、該粗さ曲線の山頂線と谷底線との距離（例えば図11（a）に示すh）を意味する。

#### 【0045】

研磨布12の表面粗さは、ドレッシングにより決定される。本願発明者らの検討結果から、ドレッシングが過大な場合や過小な場合には、それぞれ不具合が生じることが分かった。

#### 【0046】

ドレッシングを過大に行った場合には、図11（a）に示すように、研磨布12上面の「毛羽立ち」の密度が高くなると共に表面粗さが増大する。ここで、毛羽立ちの密度は、例えば同図に示す毛羽立ちのピッチpから算出することができる。

#### 【0047】

過大なドレッシングは、ドレッシング荷重を増加させたり、研磨布12とドレッサとの相対速度を増加させたり、ドレッシング時間を延長することにより行われる。この場合、研磨速度の向上、研磨した基板の面内ばらつき改善、基板間ばらつき改善、搬送信頼性の向上などの利点がある。これは、物理的な効果の他に、研磨液中の砥粒が保持されやすくなることや、基板の研磨布12への密着が防げることによる。上面にパターンを有していない基板を研磨する場合には、ドレッシングが過大であっても問題はない。これに対し、上面に銅配線などのパターンを有する基板を研磨する場合には、研磨布の表面粗さが大きくなると、銅配線などに発生するディッシングは増大する。そのため、配線抵抗が上昇したり、多層配線の上層部分で研磨残りが発生するおそれが生じる。加えて、ドレッシングの強化は、研磨布やドレッサ等の磨耗を促進し、消耗部材の交換頻度を増加させるので、生産性の低下、生産コストの増加等の問題も引き起こす。なお、このような場合のドレッシング荷重は、例えば $70\text{ g/cm}^3$ である。

#### 【0048】

また、図11（b）に示すように、適正なドレッシングを行った場合、研磨速度は十分に高速化できる上、面内ばらつきの改善、基板間ばらつきの改善、搬送信頼性の向上などの利点が生じる。加えて、後に示すように、銅配線のディッシ



ングが低減される。

#### 【0049】

次に、図11(c)に示すように、ドレッシングが過小な場合、毛羽立ちの密度が大きくなり、表面粗さは小さくなる。具体的にはドレッシング荷重を低下させたり、ドレッシングの相対速度を低下させたり、ドレッシング時間を短縮することによりドレッシングが過小になる。研磨後の研磨布12の上面は、実効的な硬度が低下しており、適正なドレッシングを受けることで再び切削力の高い新鮮な上面が現れる。ところが、ドレッシングが過小であると、切削力の弱まった上面が除去されないので、研磨力は著しく低下する。このため、当初は銅配線のディッシングは小さく抑えられるものの、研磨速度の低下、面内ばらつきの増加、基板間ばらつきの増加、搬送信頼性の低下などの不具合が生じる。さらに過小なドレッシングを数回以上行なうと、研磨布の上面が軟質化したまま除去されないため、ディッシングも逆に大きくなってしまう。

#### 【0050】

ここまでの検討結果から、 $70\text{ g/cm}^2$ であった従来のドレッシング圧力が実は過大であったのではないかと疑いが生じた。

#### 【0051】

なお、ここで説明したドレッシングの強さとディッシングの大きさとの関係は、埋め込み銅配線の形成時に限らず、半導体装置のトレンチ分離形成時にも適用できる。

#### 【0052】

##### ードレッシング圧力の検討ー

以上のように、埋め込み銅配線を形成する場合などでは、適正なドレッシング条件を選択することがディッシングの低減につながる。ドレッシング条件の中でも、ドレッシング圧力は、研磨布12の表面形状に大きな影響を及ぼす。そこで、本願発明者らは、適切なドレッシング条件を見いだすために、特に従来以下の範囲でドレッシング圧力を変化させて銅やバリアメタルの研磨速度、及び埋め込み銅配線を形成する際のディッシングの大きさなどを測定した。なお、化学的機械研磨装置は従来と同じものを用いた。

## 【0053】

まず、本願発明者らは、研磨面にパターンが形成されていない基板について測定することで、適切な研磨（除去）速度が得られるドレッシング圧力の範囲を確認した。

## 【0054】

図2は、パターンなし基板におけるドレッシング圧力 (Dressing Pressure) と銅の除去速度 (Removal Rate) との関係、及びその面内ばらつき (Non-Uniformity) を測定した結果を示す図である。また、図3は、パターンなし基板におけるドレッシング圧力とバリアメタルの除去速度との関係、及びその面内ばらつきを測定した結果を示す図である。本測定では図10に示す従来の化学的機械研磨装置を用い、ドレッシングの相対速度は約  $1015 \text{ mm/sec}$  とした。図2及び図3には、1枚のウエハ内に27個の測定点をほぼ均一に取り、それら測定点で測定された除去速度の最大値、最小値及び平均値を示す。面内ばらつきは、 $100 \times \{ (\text{最大測定値}) - (\text{最小測定値}) \} / \{ 2 \times (\text{平均測定値}) \}$  で算出した。

## 【0055】

図2に示す結果から、ドレッシング圧力が従来の  $70 \text{ g/cm}^2$  である場合と  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $\sim 40 \text{ g/cm}^2$  である場合とで銅の除去速度は変化しないことが分かった。前後の測定値からドレッシング圧力が  $40 \sim 70 \text{ g/cm}^2$  である場合も同様と考えられるので、結局、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  未満である場合には銅の除去速度は従来とほぼ同じであるといえる。しかも、ウエハ内の除去速度のばらつきは、ドレッシング圧力が  $70 \text{ g/cm}^2$  未満の方が若干小さくなる傾向が見られた。なお、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  未満の場合には、化学的機械研磨装置による制御を高精度に行うことが困難であるため測定しなかった。

## 【0056】

また、図3に示す結果から、バリアメタルの除去速度についても、ドレッシング圧力が従来の  $70 \text{ g/cm}^2$  である場合と  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  未満である場合とでほとんど変化しないことが分かった。除去速度の面内ばらつきについても、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  以下の範囲で

変化は見られなかった。

#### 【0057】

上述の実験において、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  以下の範囲では、基板が研磨布に貼り付く搬送トラブルは発生しなかった。従って、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  以下の範囲では銅とバリアメタルのそれぞれに対する研磨特性も搬送信頼性も維持されていると言える。

#### 【0058】

次に、本願発明者らは、上部に埋め込み銅配線が形成された基板に対して、ドレッシング圧力と銅配線に生じるディッシングの大きさとの関係を測定した。

#### 【0059】

図4は、埋め込み銅配線を有する基板について、ドレッシング圧力とディッシングとの関係の測定結果を示す図である。この際のドレッシングの相対速度は図2及び図3の測定と同じとし、銅配線の幅は約  $80 \mu\text{m}$  とした。ここで示す結果は、ウエハ上の複数点での測定値の平均であり、エラーバーは最大測定値及び最小測定値を示している。なお、ディッシングの検出は原子間力顕微鏡を用いて行った。

#### 【0060】

図4に示す結果から、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $40 \text{ g/cm}^2$  以下である場合には、 $70 \text{ g/cm}^2$  の場合に比べてディッシングが統計的に有意に小さくなることが分かった。なお、ドレッシング圧力が  $70 \text{ g/cm}^2$  の時の表面粗さは  $10 \mu\text{m}$  より大きく  $12 \mu\text{m}$  以下であった。

#### 【0061】

この結果より、従来の条件ではドレッシング圧力が過大であり、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $70 \text{ g/cm}^2$  未満であれば研磨特性を維持しつつディッシングをより小さくすることが可能になることが分かった。特に、ドレッシング圧力が  $18 \text{ g/cm}^2$  以上  $40 \text{ g/cm}^2$  以下であればディッシングを顕著に小さくすることができる。また、ドレッサの寿命の延長や化学的機械研磨装置の安定性などを考慮に入れると、ドレッシング圧力は  $24 \text{ g/cm}^2$  以上  $34 \text{ g/cm}^2$  以下であることが最も好ましい。

## 【0062】

このように、ドレッシング圧力を適正な値とすることによって、ディッシングを低減することができる。また、従来よりもドレッシング圧力を下げることによって、ドレッサの寿命が長くなり、半導体装置の製造コストを低減することも可能となる。

## 【0063】

## (第1の実施形態)

上述の実験結果から導かれた最適なドレッシング条件を適用したCMPの実施形態を説明する。なお、CMP工程を含む埋め込み銅配線の形成工程の全体は図8(a)～(d)、図9(a)～(c)で説明した方法と同じであるので、以下ではCMP工程の内容について説明する。

## 【0064】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る化学的機械研磨方法に用いられた化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。同図に示すように、本実施形態の化学的機械研磨方法に用いられる化学的機械研磨装置は従来のものと同一である。

## 【0065】

すなわち、本実施形態で用いられる化学的機械研磨装置は、上面に研磨布12を取り付けた研磨定盤11と、回転機構及び加圧機構を有し、研磨対象の基板13を保持するための保持台14と、回転機構及び加圧機構を有し、研磨布12の上面を粗くするためのドレッサ16とを備えている。本実施形態の化学的機械研磨方法では、銅膜を研磨する際に、基板の研磨と同時あるいは研磨前にドレッシング圧力を $29\text{ g/cm}^2$ としたドレッシングが行われる。ドレッシング時間は、研磨と別に行なう場合には15sec程度で、研磨と同時に行なう場合には、研磨と同一時間(約45sec)とする。これにより、研磨布12の上面の粗さが $6\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以下となる。この表面粗さは、例えば触針型の表面粗さ計で測定した値である。なお、図1ではドレッシングと研磨が同時に行われる例を示しており、ドレッシングの相対速度は例えば $1015\text{ mm/sec}$ とする。また、基板13は図9に示すように、研磨面側に例えば幅 $10\text{ }\mu\text{m}$ のトレンチが設け

られ、このトレンチを含む基板上面にバリアメタルと銅とが順次堆積された状態になっている。

#### 【0066】

本実施形態の化学的機械研磨方法における銅膜の研磨工程では、基板13の研磨面を研磨布12に向けて保持した保持台14に荷重をかけて降ろす。そして、研磨布12上に研磨液15を滴下しながら、研磨定盤11と保持台14の両方を回転させる。ここで、研磨液15は銅を酸化・溶解する成分を含んでおり、これにより、バリアメタルが露出するまで基板13上の銅膜を研磨する。

#### 【0067】

これに続くバリアメタルの研磨工程では、この化学的機械研磨装置から基板13を取り出し、バリアメタル研磨用の化学的機械研磨装置内に基板13を設置する。この化学的機械研磨装置も図1に示す化学的機械研磨装置と同じ構成を有している。この装置においてもドレッシング圧力を $29\text{ g/cm}^2$ として15秒間または45秒間程度ドレッシングを行なうことにより、研磨布12の表面粗さが $6\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以下となる。ドレッシングの相対速度は銅を研磨する際と同じとする。ここで用いられる研磨液15は、バリアメタルを酸化・溶解する成分を含んでおり、バリアメタルの研磨速度が銅と同等以上となるようになっている。

#### 【0068】

なお、銅膜の研磨とバリアメタルの研磨は、同一の化学的機械研磨装置で行ってもよい。ただし、銅膜とバリアメタルとを別々の研磨装置で行なう場合には、残存研磨液などによる汚染を受けにくいという利点がある。

#### 【0069】

本実施形態の機械的化学的研磨方法によれば、従来の方法とほぼ同じ研磨時間でディッシングが低減された半導体装置を製造することができる。これにより、配線間の短絡や配線不良のおそれを低減することができる。

#### 【0070】

なお、ドレッシングの相対速度を下げたり、ドレッシング時間を例えば45秒から30秒に短縮するなどしても同様にディッシングの大きさを低減することができる。

**【0071】**

また、本実施形態の化学的機械研磨方法においては、上述のように、ドレッシング工程を銅膜またはバリアメタルを研磨する工程の前に行ってもよいし、同時に行ってもよい。ただし、ドレッシングと研磨とを同時に行なう場合の方が全体の工程に要する時間を短縮することができる上、研磨工程を通して研磨布の表面粗さを適正に保持しやすい。

**【0072】**

なお、図1に示す化学的機械研磨装置を用いる場合には $18 \sim 40 \text{ g/cm}^2$ が適切なドレッシング圧力であったが、異なる仕様の化学的機械研磨装置を用いる場合には適切なドレッシング圧力の範囲が変化する可能性がある。その場合でも、研磨布の表面粗さが $6 \mu\text{m}$ 以上 $8 \mu\text{m}$ 以下とすることで、適正なドレッシングを行うことができる。

**【0073】**

なお、本実施形態の化学的機械研磨方法は、STIの形成時にも適用することができる。この場合、トレンチを形成した基板上に $\text{SiO}_2$ 膜を形成後、この $\text{SiO}_2$ 膜の研磨を行なう。これにより、素子分離用絶縁膜に生じるディッシングを従来よりも小さくすることができる。また、研磨の面内ばらつきも従来の方法より小さく抑えることができる。加えて、ドレッサの寿命を長くすることができるので、CMPに要するコストを抑えることも可能である。さらに、搬送信頼性も従来と同等とすることができる。

**【0074】****(第2の実施形態)**

図5は、本発明の第2の実施形態に係る化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。本実施形態の化学的機械研磨装置の特徴は、研磨前または研磨と同時に行なうドレッシングにおいて、研磨布表面の粗さをモニタリングすることである。以下、その詳細を説明する。

**【0075】**

本実施形態で用いられる化学的機械研磨装置は、第1の実施形態で用いられる装置と同じく、上面に研磨布12を取り付けた研磨定盤11と、研磨対象の基板

13を保持するための保持台14と、研磨布12の上面を粗くするためのドレッサ16とを備えている。これに加え、本発明の化学的機械研磨装置のドレッサ16には、トルクモニター18に接続されたトルク測定装置17が取り付けられている。

#### 【0076】

基板13を研磨する際には、研磨面を研磨布12に向けて保持台14に保持された基板13を、荷重をかけて降ろす。そして、研磨布12上に研磨液15を滴下しながら、研磨定盤11と保持台14の両方を回転させる。また、研磨前または研磨中の研磨布12に対してドレッシングが行なわれる。

#### 【0077】

本実施形態の化学的機械研磨装置では、トルク測定装置17が備えられていることによって、ドレッシングの際に研磨布12の上面が適正な粗さになっているかどうかを間接的にモニタリングできるようになっている。トルクとは、力のモーメントを表わすベクトルのことで、その大きさは、回転半径×回転力で表わされる。

#### 【0078】

研磨布12の上面粗さ（表面粗さ）は、次のようにしてモニタリングできる。

#### 【0079】

まず、ドレッシングが適正に行なわれているときは、トルク波形の振幅はある一定値で安定している。

#### 【0080】

これに対し、例えばドレッシング圧力が何らかの原因で増加したとすると、ドレッサ16の回転を設定通りに維持するためには、ドレッサの回転力を増加させなければならない。また、ドレッシング圧力が増加すると、ドレッシングは過剰となる。このため、ドレッシングが過剰になると、ドレッサ16の回転トルクも増加するので、モニタリングした回転トルク波形の振幅は大きくなる。

#### 【0081】

逆に、例えば、ドレッシング圧力が何らかの原因で減少したとすると、ドレッサ16の回転を設定通りに維持するには、これまでよりも少ない回転力で

済むことになる。また、ドレッシング圧力が小さくなるとドレッシングが過小になる。このため、ドレッシングが過小、即ち、十分にドレッシングされていない場合は、ドレッサ 16 の回転トルクが減少し、モニタリングした回転トルク波形の振幅も減少する。

#### 【0082】

このように、回転トルク波形を測定することで、ドレッシングが適正に行われているかが分かる。本実施形態では、回転トルク波形は、トルクモニター 18 によってモニタリングされる。また、波形振幅がある規格幅の上下限を外れた場合に、警報を出し、装置側に処理の中断をさせることができるトルク制御装置もトルクモニターに付加されている。すなわち、回転トルク波形が安定している場合、研磨布の表面粗さも一定になるので、安定した銅配線の化学的機械研磨を得ることができる。ここで、ドレッシング圧力が、例えば  $18 \sim 40 \text{ g/cm}^2$  であるようなトルク範囲を設定しておく。

#### 【0083】

以上のように、本実施形態の化学的機械研磨装置によれば、ドレッシング終了後、または研磨中常にドレッシングによる研磨布の表面粗さを間接的にモニタリングし、ドレッシングの回転トルクを一定に保つことによって、ドレッシング圧力を精度良く制御することができる。その結果、銅配線のディッシングを安定して小さくすることができるので、信頼性の高い半導体集積回路を安定供給することが可能になる。

#### 【0084】

##### －第 2 の実施形態の変形例－

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。

#### 【0085】

本発明の第 2 の実施形態に係る化学的機械研磨装置では、トルク測定装置及びトルクモニターによって適正なドレッシングを行えるように制御されていたが、これ以外の手段でも研磨布のドレッシングを適正に制御することができる。

#### 【0086】



例えば、化学的機械研磨装置にレーザー照射装置と、研磨布 12 によって反射されたレーザー光を検出するためのレーザー光検出装置と、検出信号を増幅するための増幅器と、ドレッシング圧力を制御するための制御装置とが付加されている場合でも適正なドレッシングが行われるように制御することが可能である。

#### 【0087】

ドレッシング中、またはドレッシング後に、レーザー照射装置から例えば波長 633 nm のレーザー光が研磨布 12 に向けて照射され、レーザー光検出装置では研磨布 12 によって反射されたレーザー光が検出される。

#### 【0088】

図 6 に示す例では、レーザー照射装置とレーザー光検出装置とが一体化されたレーザー発信／受信機 29 がドレッサ 16 の中心部に設けられている。また、レーザー発信／受信機 29 に接続された増幅器 30 により、レーザー発信／受信機 29 からの検出信号を増幅することができる。

#### 【0089】

研磨布 12 の表面粗さが大きくなるほどレーザー光の散乱は大きくなるので、レーザー光検出装置で検出されるレーザー光の強度は弱くなる。そのため、あらかじめ適正なレーザー光の強度範囲を設定しておき、レーザー光検出装置（レーザー発信／受信機 29）で検出されるレーザー光の強度が適正範囲から外れる場合には、制御装置が警報を鳴らしたり、ドレッシング圧力を変化させることで適正なドレッシングを行うことができる。

#### 【0090】

なお、レーザー照射装置とレーザー光検出装置とを一体化する例を示したが、両装置を別々に設けてもよい。

#### 【0091】

##### （第 3 の実施形態）

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。本実施形態の化学的機械研磨装置は、静止状態におけるドレッサと研磨布との距離が常に一定に保たれていることが特徴である。以下、その詳細を説明する。

## 【0092】

図7に示すように、本実施形態の化学的機械研磨装置は、第1の実施形態で用いられる装置と同じく、上面に研磨布12を取り付けた研磨定盤11と、研磨対象の基板13を保持するための保持台14と、研磨布12の上面を粗くするためのドレッサ16とを備えている。これに加え、ドレッサ16には、時間計測器20に接続された電磁波発受信器19が取り付けられている。

## 【0093】

基板13を研磨する際には、研磨面を研磨布12に向けて保持台14に保持された基板13を、荷重をかけて降ろす。そして、研磨布12上に研磨液15を滴下しながら、研磨定盤11と保持台14の両方を回転させる。また、研磨前または研磨中の研磨布12に対してドレッシングが行なわれる。

## 【0094】

本発明の化学的機械研磨装置には、静止状態におけるドレッサ16と研磨布12との距離を測定するために、円形のドレッサ16の中心部にマイクロ波などの電磁波の発信及び受信を行なう電磁波発受信器19が取り付けられ、この電磁波発受信器19は、電磁波の移動時間を計測するための時間計測器20に接続されている。

## 【0095】

ドレッシング動作が休止状態のとき、ドレッサ16のダイヤモンド粒が付着した面は、研磨布12と一定の距離をとって静止している。そして、動作状態になってはじめて、ドレッサ16にエアーが送られ、研磨布12の上面にドレッサ16が着面する。この際に、エアー圧力とドレッシング荷重出力との関係は、ドレッサ16の移動距離が一定であることを前提として校正されている。そのため、移動距離、すなわちドレッサ16のドレッシング面と研磨布12との距離は、適正なドレッシングを行なうために常に一定に保っておく必要がある。例えば、ドレッサ16と研磨布12との距離が設定値よりも大きい場合には、設定よりもドレッシング圧力が小さくなってしまい、過小なドレッシングになってしまう。また、ドレッサ16と研磨布12との距離が設定値よりも小さい場合には、設定よりもドレッシング圧力が大きくなってしまい、過剰なドレッシングになってしまう。

## 【0096】

従来の化学的機械研磨装置では、静止時におけるドレッサ16の位置合わせを手動で行っていたため、設定通りのドレッシングが行われない場合があった。これに比べて本実施形態の化学的機械研磨装置では、電磁波発受信器19及び時間計測器20の機能により、静止時のドレッサ16を所定の位置で静止させることができるので、ドレッシングの誤差を低減することができる。

## 【0097】

ここで、電磁波発受信器19及び時間計測器20の機能について具体的に説明する。上述のように、本実施形態の電磁波発受信器19は、マイクロ波等の電磁波を発信する発信機能と該電磁波を受信する受信機能とを併せ持っている。

## 【0098】

まず、研磨が終了してドレッサ16を上方に引き上げる際あるいはドレッサ16の静止時に、電磁波発受信器19は研磨布12に向けてマイクロ波を照射する。すると、このマイクロ波は水分で湿った研磨布12の上面で反射され、再び電磁波発受信器19に受信される。ここで、マイクロ波をはじめとする電磁波が用いられるのは、これらの電磁波が導電率の異なる物質の界面で反射現象を起こすためである。本実施形態の例では、大気中よりも、水分を含んだ研磨布12の上面の方が導電率は高いので反射現象が起こる。

## 【0099】

続いて、マイクロ波が電磁波発受信器19に受信されると、マイクロ波が発信されてから受信されるまでに要した時間が電磁波発受信器19により計測される。ここで計測される時間をマイクロ波の伝播時間と呼ぶこととする。また、マイクロ波の伝達速度は、該マイクロ波が伝播する大気中の温度と湿度に依存するので、計測時における大気温度及び湿度を測定することでマイクロ波の伝播速度を算出することができる。こうして得られたマイクロ波の伝播時間と伝播速度とからドレッサ16の移動距離が算出される。具体的には、

$$(\text{ドレッサの移動距離}) = (\text{伝播速度}) \times (\text{伝播時間}) \div 2 \quad (1)$$

で求められる。この計算は、時間計測器20で行なわれる。こうして求められた距離が常に一定になるようにドレッサを制御装置（図示せず）などにより制御す

ることによって、常に適正なドレッシングを維持することが可能になる。

#### 【0100】

以上のように本実施形態の化学的機械研磨装置によれば、ドレッシング休止時にドレッサと研磨布の間隔を常に一定に保つことによって、常に適正なドレッシング条件を維持することができる。例えば、ドレッシング圧力を  $18 \sim 40 \text{ g/cm}^2$  とする条件で本実施形態の化学的機械研磨装置を用いることで、銅配線のディッシングが低減された半導体装置を安定して生産することができる。

#### 【0101】

また、本実施形態の化学的機械研磨装置によれば、埋め込み銅配線を形成するための研磨工程以外にも、トレンチ分離を形成する際の研磨工程や層間絶縁膜の研磨工程など、種々の研磨工程でドレッシング圧力を最適の状態に保つことができる。さらに、研磨のばらつきを抑えることも可能である。

#### 【0102】

本実施形態で説明した電磁波発受信器及び時間計測器は、特に荷重を測定するロードセルを有していないタイプの化学的機械研磨装置に対して有効である。例えば、面積が小さいためロードセルを設置できない装置などでは、本実施形態の化学的機械研磨装置の構成が好ましく適用できる。

#### 【0103】

なお、本実施形態の化学的機械研磨装置において、電磁波の発信器と受信器は分離して設けてもよい。その際には、基板で反射される電磁波を効率良く受けられる位置に受信器を設置すればよい。

#### 【0104】

また、電磁波発受信器 19 はドレッサ 16 の中心部に設けられる例が示されているが、例えば円盤形のドレッサ 16 の辺縁部などに設けられていてもよい。

#### 【0105】

##### 【発明の効果】

本発明の化学的機械研磨方法によれば、ドレッシング荷重を  $24 \sim 34 \text{ g/cm}^2$  にすることによって研磨布の上面の粗さを  $6 \sim 8 \mu\text{m}$  にするので、銅配線のディッシングを従来よりも低減することができる。

**【0106】**

また、本発明の化学的機械研磨装置は、ドレッシング時の回転トルクを測定するトルク測定装置と、測定された回転トルクが所定の範囲内にあることを監視するためのトルクモニターとを備えることにより、適正な条件でのドレッシングを安定して行うことができる。その結果、銅配線のディッシングが低減された半導体集積装置を安定して生産することができる。

**【0107】**

また、本発明の化学的機械研磨装置が研磨布とドレッサ面との距離を一定に保つための電磁波発受信器及び時間計測器を備える場合には、常に適正なドレッシングを維持することができ、安定して銅配線のディッシングを低減することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の第1の実施形態に係る化学的機械研磨方法に用いられた化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。

**【図2】**

パターンなし基板におけるドレッシング圧力と銅の除去速度との関係、及びその面内ばらつきを測定した結果を示す図である。

**【図3】**

パターンなし基板におけるドレッシング圧力とバリアメタルの除去速度との関係、及びその面内ばらつきを測定した結果を示す図である。

**【図4】**

埋め込み銅配線を有する基板について、ドレッシング圧力とディッシングとの関係の測定結果を示す図である。

**【図5】**

本発明の第2の実施形態に係る化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。

**【図6】**

第2の実施形態に係る化学的機械研磨装置の変形例の概略的な構成を示す図で

ある。

【図 7】

本発明の第 3 の実施形態に係る化学的機械研磨装置の概略的な構成を示す図である。

【図 8】

(a) ~ (d) は、CMP を用いる一般的な埋め込み銅配線の形成方法のうち、バリアメタルの堆積工程までを示す断面図である。

【図 9】

(a) ~ (c) は、CMP を用いる一般的な埋め込み銅配線の形成方法を示す断面図である。

【図 1 0】

従来の化学的機械研磨装置の構成の概略を示す図である。

【図 1 1】

(a) ~ (c) は、それぞれドレッシングが過大、適正、過小な場合の研磨布を模式的に示す断面図であり、(d) は、うねり成分を含む上面を有する研磨布を模式的に示す断面図である。

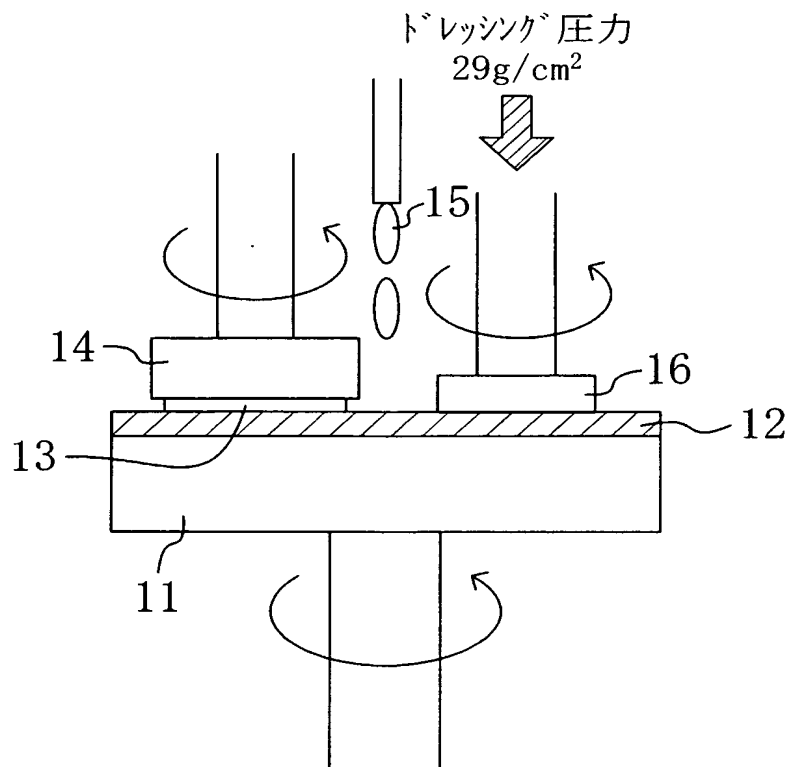
【符号の説明】

1	層間絶縁膜
2	配線溝
3	バリアメタル
4	シード層
5	銅膜
5 a	銅配線
1 1	研磨定盤
1 2	研磨布
1 3	基板
1 4	保持台
1 5	研磨液
1 6	ドレッサ

- 1 7 トルク測定装置
- 1 8 トルクモニター
- 1 9 電磁波発受信器
- 2 0 時間計測器

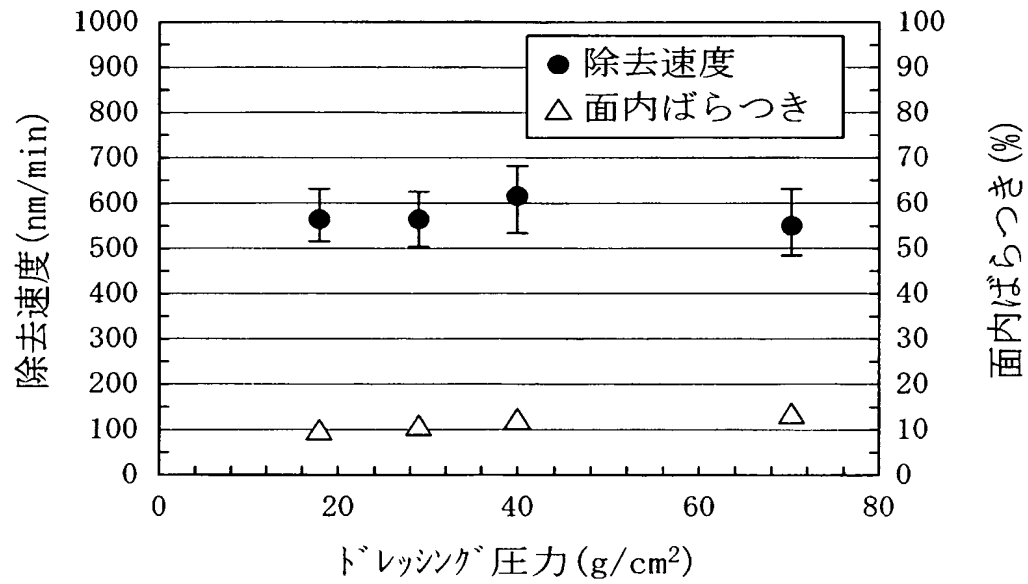
【書類名】 図面

【図 1】

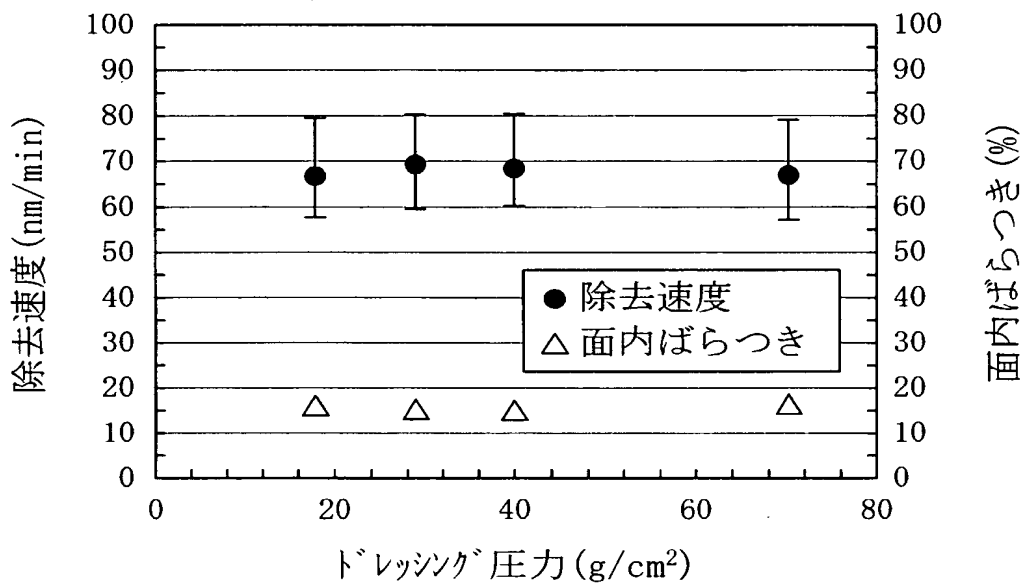




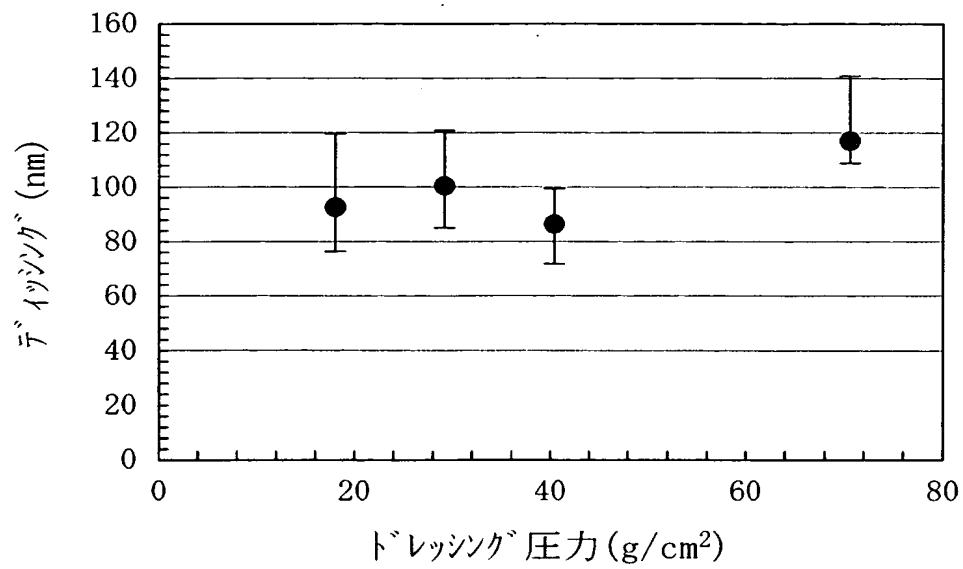
【図 2】



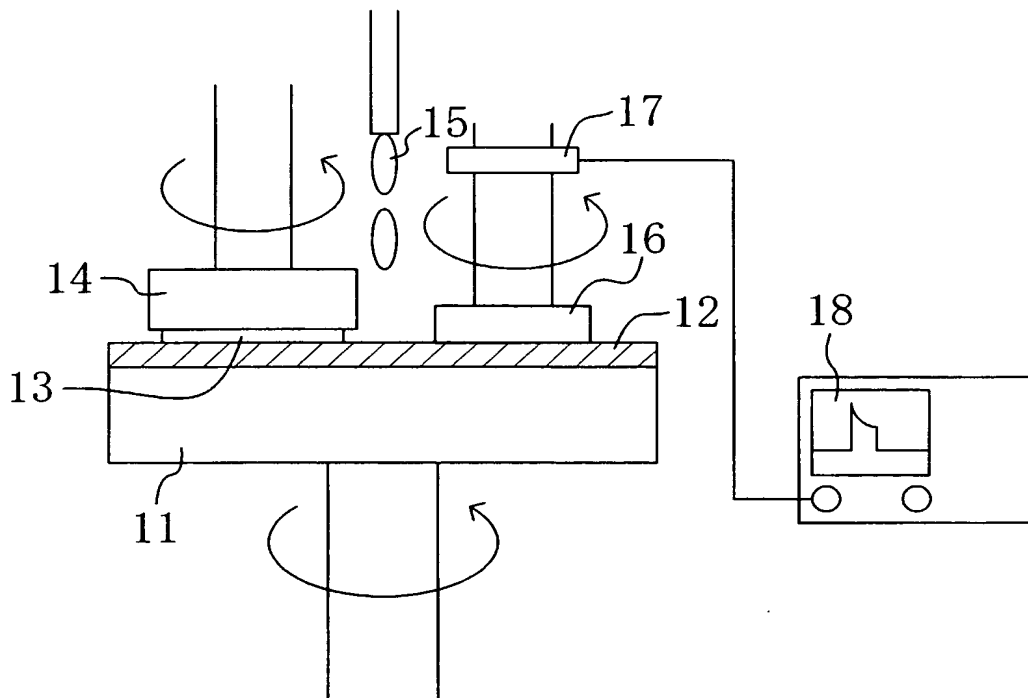
【図 3】



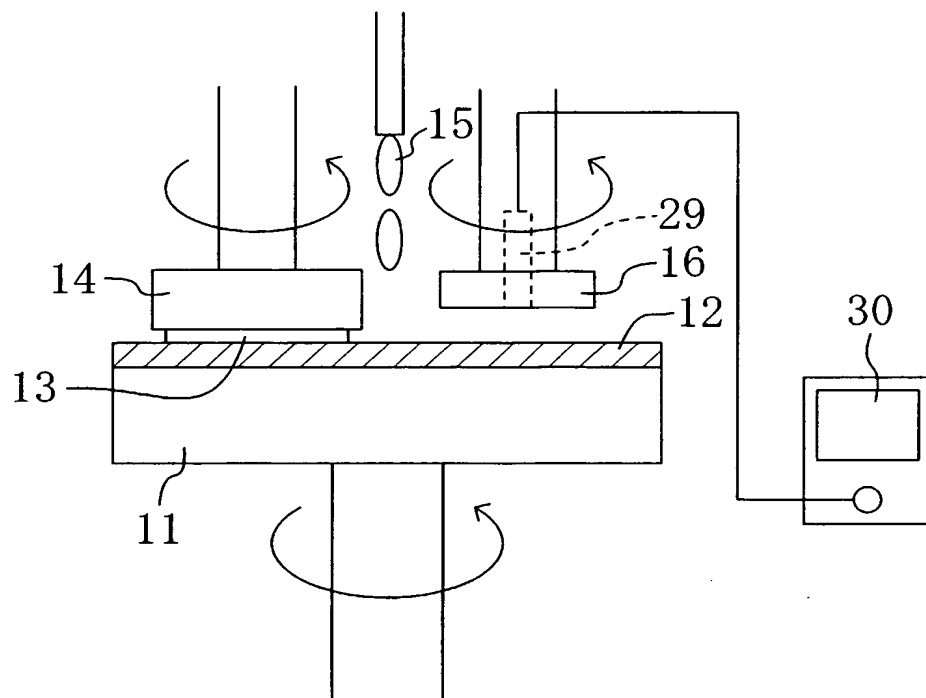
【図 4】



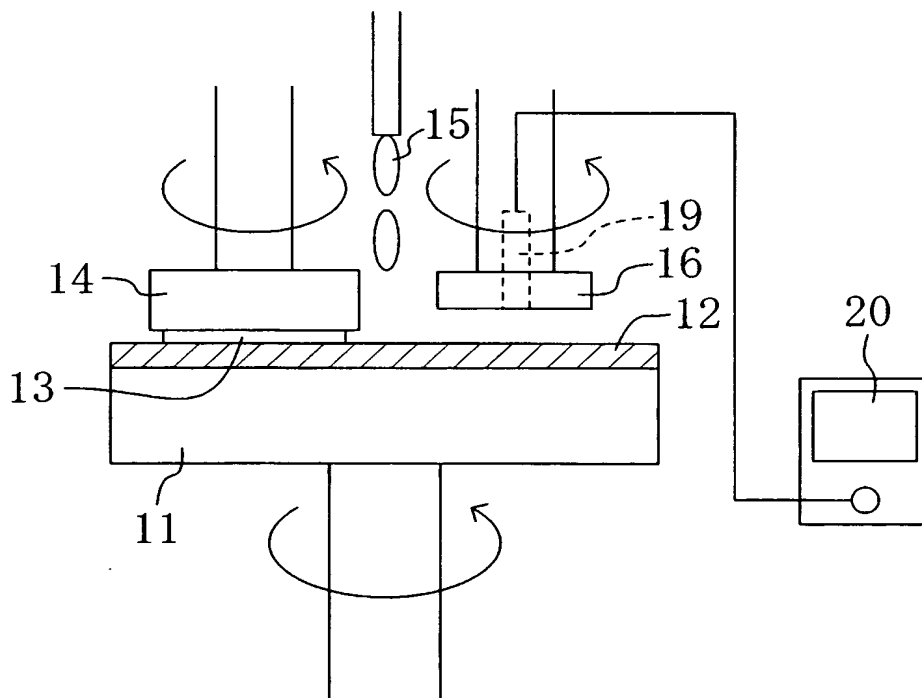
【図 5】



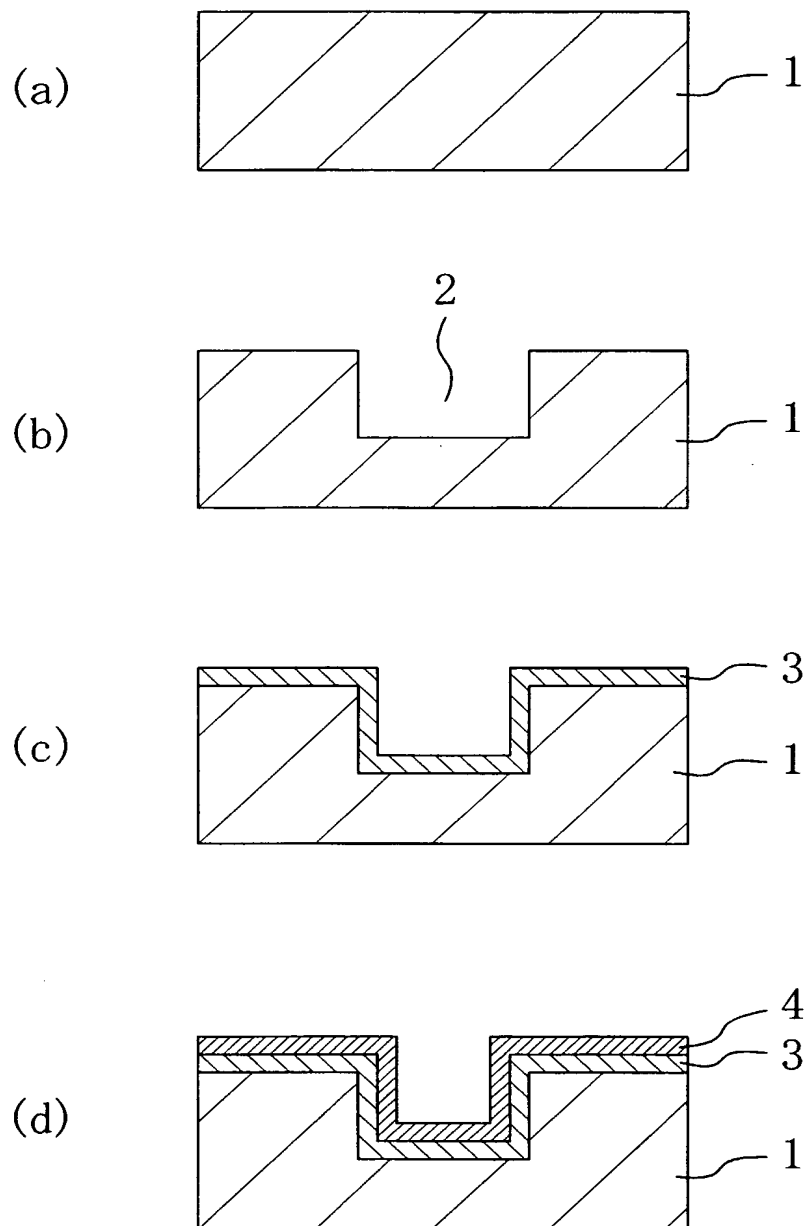
【図 6】



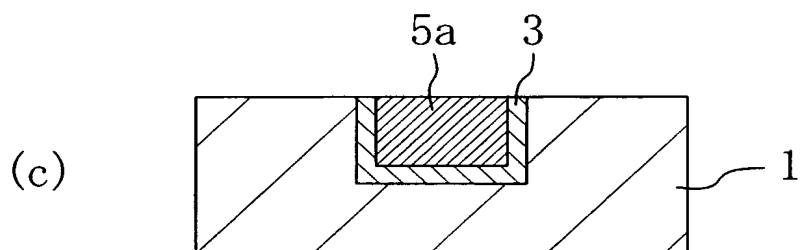
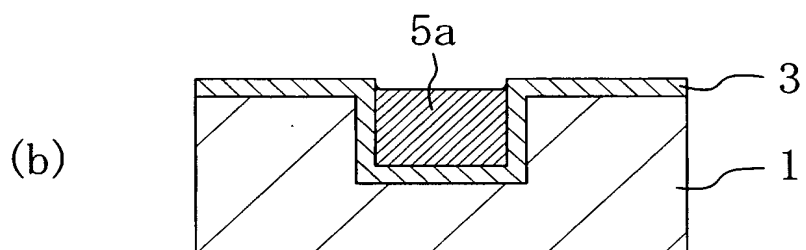
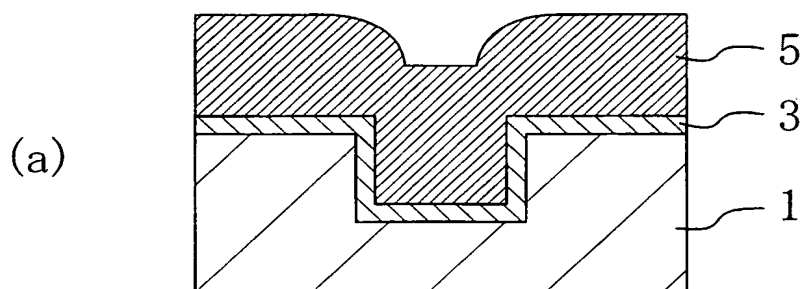
【図 7】



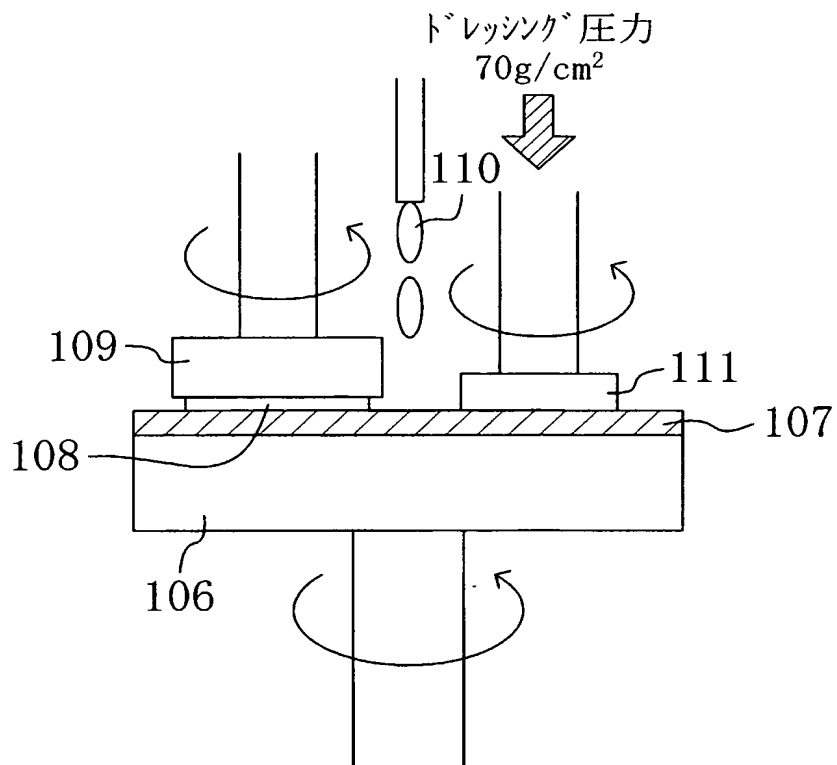
【図 8】



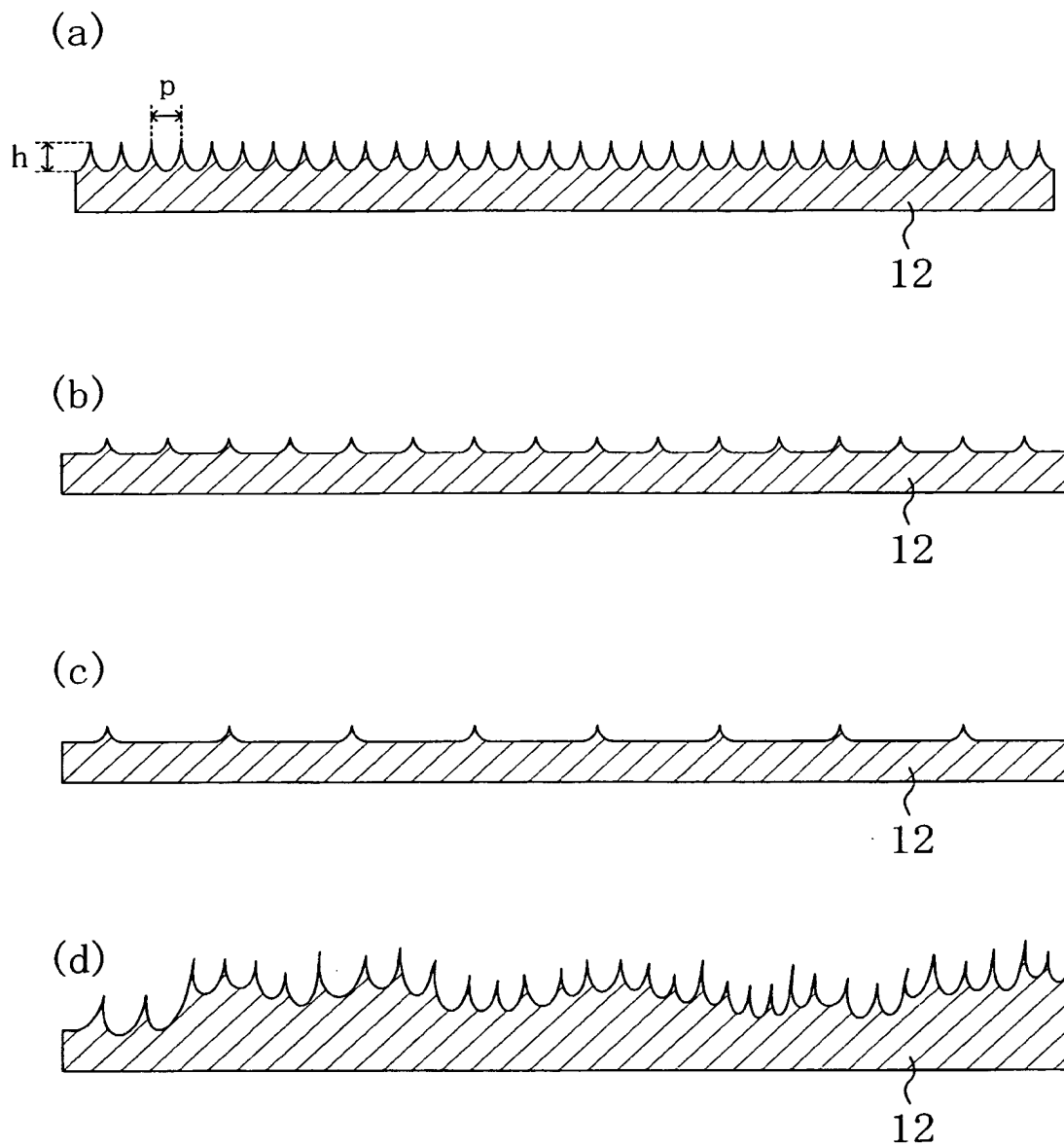
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ディッシングを低減することができる化学的機械研磨装置及び化学的機械研磨方法を提供する。

【解決手段】 基板 1 3 上に形成された銅及びバリアメタルを研磨して埋め込み銅配線を形成する CMP 工程において、ドレッシング圧力を  $29 \text{ g/cm}^2$  として研磨布 1 2 をドレッシングし、研磨布の表面粗さを  $3 \mu\text{m}$  以上  $5 \mu\text{m}$  以下にする。これにより、銅やバリアメタルの研磨速度を落とさずに、銅配線のディッシングを従来よりも低減することができる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 5 2 7 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社